

(19) 【発行国】 日本国特許庁 (J P)

(12) 【公報種別】 公開特許公報 (A)

(11) 【公開番号】 特開平 5-7 8 7 4 3

(43) 【公開日】 平成 5 年 (1 9 9 3) 3 月 3 0 日

(54) 【発明の名称】 磁気特性、被膜特性ともに優れた方向性電磁鋼板の製造方法

(51) 【国際特許分類第 5 版】

C21D 8/12 B 7356-4K

9/46 A 7356-4K

C22C 38/00 303 U 7325-4K

38/18

38/54

C23C 8/26 8116-4K

【審査請求】 未請求 |

【請求項の数】 1

【全頁数】 9

(21) 【出願番号】 特願平 3-2 4 8 0 9 0 |

(22) 【出願日】 平成 3 年 (1 9 9 1) 9 月 2 6 日

(71) 【出願人】

【識別番号】 0 0 0 0 0 6 6 5

【氏名又は名称】 新日本製鐵株式会社

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町 2 丁目 6 番 3 号

(72) 【発明者】

【氏名】 水口 政義 |

(19) [Publication Office] Japanese Patent Office (JP)

(12) [Kind of Document] Japan Unexamined Patent Publication (A)

(11) [Publication Number of Unexamined Application] Japan Unexamined Patent Publication Hei 5 - 78743

(43) [Publication Date of Unexamined Application] 1993 (1993) March 30 days

(54) [Title of Invention] BOTH MAGNETIC PROPERTY AND COATING CHARACTERISTIC IS SUPERIOR MANUFACTURING METHOD OF DIRECTIONALITY ELECTROMAGNETIC STEEL SHEET WHICH
(51) [International Patent Classification 5th Edition]

C21D 8/12 B 7356-4K

9/46 A 7356-4K

C22C 38/00 303 U 7325-4K

38/18

38/54

C23C 8/26 8116-4K

[Request for Examination] Examination not requested

[Number of Claims] 1

[Number of Pages in Document] 9

(21) [Application Number] Japan Patent Application Hei 3 - 248090

(22) [Application Date] 1991 (1991) September 26 day

(71) [Applicant]

[Applicant Code] 000006655

[Name] NIPPON STEEL CORP. (DB 69-057-0072)

[Address] Tokyo Chiyoda-ku Otemachi 2-6-3

(72) [Inventor]

[Name] Water gate Masayoshi

【住所又は居所】福岡県北九州市戸畑区飛幡町1番1号
新日本製鐵株式会社八幡製鐵所内

(72) 【発明者】

【氏名】牛神 義行

【住所又は居所】千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技術開発本部内

(74) 【代理人】

【弁理士】

【氏名又は名称】大関 和夫

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 方向性電磁鋼板の製造において磁気特性、被膜特性ともに優れた製品を得るための手段を提供する。

【構成】 重量でC:0.025~0.095%、Si:2.0~4.5%、S≤0.015%、酸可溶性Al:0.010~0.060%、N:0.0010~0.0130%、Mn:0.050~0.45%、Cr:0.04~0.25%、P:0.005~0.045%を含み、更に微量添加元素として、Pb、Te、Mo、Nb、Sb、V、Ti、Snのいずれかの元素の1種類以上を添加量として0.005~0.3%を含み、残部Fe及び不可避免的な不純物からなる電磁鋼スラブを、1280℃未満の温度に加熱し、熱間圧延し、熱延まま又は熱延板焼鈍し、1回又は中間焼鈍を挟んで2回以上冷間圧延し、次いで脱炭焼鈍した後、仕上焼鈍する方向性電磁鋼板の製造プロセスにおいて、脱炭焼鈍後、ストリップを走行せしめる状態で、アンモニアを含むガス中で窒化処理を行うことを特徴とする。

【Address】 Inside of Fukuoka Prefecture Kitakyushu City Tobata-ku flying Hata Cho 1-1 Nippon Steel Corp. (DB 69-057-0072) Yawata make place

(72) 【Inventor】

【Name】 Cattle God Yoshiyuki

【Address】 Inside of Chiba Prefecture Futtsu City Shintomi 20-1 Nippon Steel Corp. (DB 69-057-0072) technological development headquarters

(74) 【Attorney(s) Representing All Applicants】

【Patent Attorney】

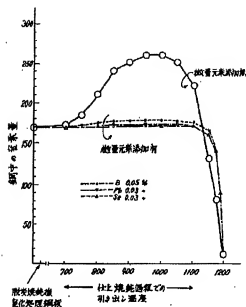
【Name】 OZEKI KAZUO

(57) 【Abstract】 (There is an amendment.)

【Objective】 Both magnetic property and coating characteristic means in order to obtain product which is superior is offered at time of producing directionality electromagnetic steel sheet.

【Constitution】 With weight C: 0.025 to 0.095 %, Si: 2.0 to 4.5 %, S: 0.015 %, acid soluble Al: 0.010 to 0.060 %, N: 0.0010 to 0.0130 %, Mn: 0.050 to 0.45 %, Cr: 0.04 to 0.25 %, P: 0.005 to 0.045 % including. Furthermore trace addition element doing. Pb, Te, Mo, Nb, Se, Ni, V, Sb, B, Ti, With 1 kind or more of element of any of Sn as addition quantity the 0.005 to 0.3 % including. Consists of remainder Fe and unavoidable impurity electromagnetic steel slab which, It heats to temperature under 1280 °C, hot rolling does, hot rolling wayor hot rolled plate annealing does, puts between one time or intermediate annealing and cold rolling above twice does, after decarbonizing annealing doing next, after decarbonizing annealing, the strip with state which runs, it designates that nitriding is done in gas which includes ammonia as feature in production process of the directionality electromagnetic steel

plate which finished annealing is done.



[特許請求の範囲]

[請求項1] 重量でC:0.025~0.095%, Si:2.0~4.5%, S≤0.015%, 酸可溶性 Al:0.010~0.060%, N:0.0010~0.0130%, Mn:0.050~0.45%, Cr:0.04~0.25%, P:0.005~0.045%を含み、更に微量添加元素として、Pb、Te、Mo、Nb、Se、Ni、V、Sb、B、Ti、Snのいずれかの元素の1種類以上を添加量として0.005~0.3%を含み、残部Fe及び不可避の不純物からなる電磁鋼スラブを、1280℃未満の温度に加熱し、熱間圧延し、熱延まま又は熱延板焼鈍し、1回又は中間焼鈍を挟んで2回以上冷間圧延し、次いで脱炭焼鈍した後、仕上げ焼鈍する方向性電磁鋼板の製造プロセスにおいて、脱炭焼鈍後、ストリップを走行せしめる状態で、アンモニアを含むガス中で窒化処理を行うことを特徴とする磁性特性、被膜特性ともに優れた方向性電磁鋼板の製造方法。

[発明の詳細な説明]

[0001]

[産業上の利用分野] 本発明は、電気機器の鉄心材料と

[Claim(s)]

[Claim 1] With weight C: 0.025 to 0.095 %, Si: 2.0 to 4.5 %, S 0.015 %, acid soluble Al: 0.010 to 0.060 %, N: 0.0010 to 0.0130 %, Mn: 0.050 to 0.45 %, Cr: 0.04 to 0.25 %, P: 0.005 to 0.045 % including, Furthermore trace addition element doing, Pb, Te, Mo, Nb, Se, Ni, V, Sb, B, Ti, With 1 kind or more of element of any of Sn as addition quantity the 0.005 to 0.3 % including, Consists of remainder Fe and unavoidable impurity electromagnetic steel slab which, It heats to temperature under 1280 °C, After hot rolling it does, hot rolling way or hot rolled plate annealing does, puts between one time or intermediate annealing and cold rolling above twice does, the decarburizing annealing doing next, in production process of directionality electromagnetic steel sheet which finished annealing is done, after decarburizing annealing, strip with state which runs, both the magnetic property and coating characteristic which designate that nitriding is done in the gas which includes ammonia as feature manufacturing method of directionality electromagnetic steel sheet which is superior.

[Description of the Invention]

[0001]

[Field of Industrial Application] As for this invention, it regards

して用いられる方向性電磁鋼板の製造方法に関し、磁気特性、被膜特性ともに優れた方向性電磁鋼板の製造を可能にするものである。

[0002]

【従来の技術】方向性電磁鋼板は主としてトランス、発電機、その他の電気機器の鉄心材料として用いられ、磁気特性、特に鉄損特性が良好でなければならぬ。方向性電磁鋼板は二次再結晶現象を利用して圧延面に(110)面、圧延方向に(001)軸をもった、いわゆるゴス方位を有する結晶粒を発達させることにより得られる。

【0003】二次再結晶は層知のように仕上焼鈍で生じ、二次再結晶温度域まで一次再結晶の成長を抑制する微細なAlN、MnS等の析出物、いわゆるインビターを存在させる必要がある。このため、電磁鋼スラブは、例えば1350～1400℃程度の高温に加熱され、インビターを形成する成分、例えばAl、Mn、S、Se、N等を完全に溶解させ、熱延板あるいは最終冷延前の中間板においてインビターを微細に析出させる焼鈍が行われている。

【0004】かかる処理を施すことにより磁束密度の高い方向性電磁鋼板が製造されるようになったが、電磁鋼スラブの加熱は前述のように高温で行われるために、溶融スケールの発生量がで加熱炉の操業に支障をきたす。また加熱炉のエネルギー原単位高や表面歪の発生等の問題がある。スラブ加熱温度を下げた方向性電磁鋼板製造法が検討されている。例えば、特開昭52-24116号公報ではAlの他にZr、Ti、B、Nb、Ta、V、Cr、Mo等の窒化物形成元素を含有させることにより、スラブ加熱を1100～1260℃で行う製造法が開示されている。また、特開昭59-56522号公報ではMnを0.08～0.45%、Sを0.007%以下とし、[Mn]×[S]積を下げ、さらにAl、P、Nを含有させた電磁鋼スラブを素材とする製造法を提案している。

【0005】低温スラブ加熱方法は一定の作用効果が奏されているが、インビター形成成分、例えばAl、Mn、S、Se、N等が鋼中に完全に溶解されていないか

manufacturing method of directionality electromagnetic steel sheet which is used as the iron core material of electric equipment, both magnetic property and coating characteristic it is something which makes production of directionality electromagnetic steel sheet which is superior possible.

[0002]

[Prior Art] Directionality electromagnetic steel plate is used as iron core material of transformer, electric generator and the other electric equipment mainly magnetic property and especially iron loss characteristic must be satisfactory. crystal grain where directionality electromagnetic steel plate on rolling aspect (110) plane, (001) had axis in rolling direction making use of secondary recrystallization phenomenon, possesses the so-called Goss orientation is acquired by advancing.

[0003] Widely known way it finishes secondary recrystallization and occurs with annealing, but microscopic AlN, MnS or other precipitate and so-called inhibitor which control growth of the primary recrystallization it is necessary to exist to secondary recrystallization temperature region. Because of this, electromagnetic steel slab is heated by high temperature of for example 1350 to 1400 °C extent, the solid solution doing component, for example Al, Mn, S, Se and the N etc which form inhibitor completely, annealing which precipitates inhibitor to fine in intermediate plate before hot rolled plate or final rolling is done.

[0004] It reached point where directionality electromagnetic steel plate where magnetic flux density is high by administering this treatment is produced, but heating electromagnetic steel slab the aforementioned way because it is done with high temperature, generated amount of the dissolving scale being large, causes hindrance to operation of the furnace. In addition energy source unit of furnace high and there is an occurrence of other problem of surface scratch. directionality electromagnetic steel sheet structure method which lowered slab heating temperature is examined. production method which heats slab with for example Japan Unexamined Patent Publication Showa 52-24116 disclosure by containing Zr, Ti, B, Nb, Ta, V, Cr and the Mo or other nitride formation element to other than Al, with 1100 to 1260 °C is disclosed. In addition, with Japan Unexamined Patent Publication Showa 59-56522 disclosure Mn 0.08 to 0.45 % and S are designated as 0.007 % or lower, (Mn) × (S) product is lowered, furthermore production method which designates electromagnetic steel slab which contains the Al, P and N as material is proposed.

[0005] Low temperature slab heating method has had fixed action effect, but because inhibitor formation component, for example Al, Mn, S, Se and the solid solution are not

ら、二次再結晶の発現に効果的なインヒビターを形成することが課題である。本出願人は特開昭63-100111号で脱炭焼鈍時に所定板厚に冷間圧延された方向性電磁鋼板をストリップ状で巻板する際に NH_3 を用いて窒化させ、インヒビターを作らねば製造方法を提案した。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 NH_3 等により(AI、Si)Nを主成分とするインヒビターを形成させた場合、仕上焼鈍時に雰囲気ガス中の N_2 の鋼板への吸収(窒化)又は雰囲気ガス中へ鋼板から N_2 の脱離が生じ、インヒビターの強度が一定とならず、結果として二次再結晶の発現が不安定となる場合がある。これらの現象は、鋼板の板厚が薄くなるほど反応の界面積が増大し、仕上焼鈍時に雰囲気の影響を強く受けるためにインヒビターの強度も変わり、二次再結晶発現の不安定性が一層助長されるためと考えられる。その結果、薄手材ほど磁性の再現性が乏しく、又磁性特性もあまりよくなかった。

【0007】又、仕上焼鈍において被膜形成後、二次再結晶が発現するが、元々二次再結晶は、鋼板中の(AI、Si)と結びついた窒素が脱離することにより生じるものであり、脱離後の窒素は被膜を介して鋼板から雰囲気ガス中に放出される。仕上焼鈍時に鋼板が過剰の窒素を吸収すると、二次再結晶時に被膜をつき破って鋼板から窒素が放出され、いわゆるシモフリと呼ばれる地鉄の露出した被膜不良部が発生する。しかも、鋼板の板厚が薄くなるほど反応の界面積が増大し、仕上焼鈍時に多量の窒素を吸収するために二次再結晶後の被膜を介した放出窒素量も増加し、シモフリは発生し易い。

【0008】本発明者らは、窒化物のみをインヒビターとする方向性電磁鋼板の磁性と被膜の安定性は、仕上焼鈍時の鋼板の窒化、および窒素の抜け等インヒビターの弱体化をいかに防ぐかにあると考えた。そこで、仕上焼鈍時の鋼板の窒素の吸収、放出現象を明らかにするために、様々な元素を製鋼段階で添加し、最初に脱炭焼鈍後の鋼板の窒化特性を調べた。

done completely in steel, fact that the effective inhibitor is formed in revelation of secondary recrystallization is problem. This applicant when with Japan Unexamined Patent Publication Showa 63 - 100111 number at time of decarbonizing annealing in the specified plate thickness sheet passage doing directionality electromagnetic steel sheet which cold rolling is done with the strip, nitriding doing making use of NH_3 , made inhibitor and proposed manufacturing method which is packed.

【0006】

[Problems to be Solved by the Invention] When (Al and Si) N in inhibitor which designates N as the main component was formed with NH_3 etc. at time of finished annealing absorption (nitriding) to steel plate of N_2 in atmosphere gas or in atmosphere gas removal of N_2 occurs from steel plate, strength of inhibitor does not become fixed, there are times when revelation of the secondary recrystallization becomes unstable as a result. Interfacial area of extent reaction where plate thickness of steel plate becomes thin increases these phenomenon, finishes and also strength of inhibitor changes in order to receive influence of atmosphere strongly at the time of annealing, is thought for sake of instability of secondary recrystallization revelation is more promoted. As a result, about light material reproducibility of magnetism to be scanty, in addition either magnetic property without being good excessively.

[0007] After coating formation, secondary recrystallization reveals in also, finished annealing, but the originally secondary recrystallization is something which it occurs nitrogen which is related with in steel sheet (Al and Si) by liberation doing, nitrogen after liberation through coating, from steel sheet is discharged in atmosphere gas. When steel sheet absorbs nitrogen of excess at time of the finished annealing, it is attached at time of secondary recrystallization and tears the coating and nitrogen is discharged from steel sheet, coating defective part which the area iron which is called so-called シモフリ exposes occurs. Furthermore, interfacial area of extent reaction where plate thickness of the steel sheet becomes thin increases, finishes and is through coating after the secondary recrystallization in order to absorb nitrogen of large amount at time of the annealing also discharge nitrogen amount to increase, シモフリ is easy to occur.

[0008] That it is, you thought magnetism of directionality electromagnetic steel sheet which designates only the nitride as inhibitor and stabilization of coating, it finishes these inventors and, how prevents body weakening of inhibitor such as nitriding of the steel sheet at time of annealing, and coming out of nitrogen. It finished then and, in order to make absorption and release phenomenon of the nitrogen of steel

sheet at time of annealing clear, it added the various element with steelmaking step, inspected nitriding characteristic of steel sheet after the decarbonizing annealing first.

【0009】その結果、Pb、Se、Sb、B等の粒界面析型の成分を添加した脱炭焼鈍時は、無添加材に比し、窒化が生じにくいことが判明した。この原因としては、これらの元素を添加した材料は脱炭焼鈍後バリアーを形成し、窒化を阻害しているものと推定している。さらに、これらの元素を添加した脱炭焼鈍板をNH₃濃度を高くして、所定量の窒素を確保した後、仕上焼鈍を行い、焼鈍過程での鋼板の窒化量を調べたところ、無添加材に比し、仕上焼鈍過程で鋼板の窒化量が殆ど増加しないことが判った。又、その時、同時に仕上焼鈍過程における一次再結晶の大きさを調べてみると、微量元素を添加した鋼板は、無添加材に比し、高温領域まで脱炭焼鈍後の一次再結晶粒径が保持されていることが判った。

【0010】即ち、これらの微量の元素を添加した鋼板は、仕上焼鈍過程での窒化を阻害すると同時に、一次再結晶粒の成長抑制効果もあった。従来、窒化のみをインヒビターとする方向性電磁鋼板の弱点であった薄手材ほどシモフリの発生頻度が高く、かつ磁性が不安定となる現象がPb、Se、Sb、B等の粒界面析型元素を添加することにより解消した。

【0011】このように本発明はシモフリがなく、ガラスが良好でかつ二次再結晶も安定して発現し、磁気特性的にも良好な方向性電磁鋼板をストリップの窒化法で得ることができる。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明の要旨とするところは、重量でC:0.025~0.095%、Si:2.0~4.5%、S≤0.015%、融可溶性Al:0.010~0.060%、N:0.0010~0.0130%、Mn:0.050~0.45%、Cr:0.04~0.25%、P:0.005~0.045%を含み、更に微量添加元素として、Pb、Te、Mo、Nb、Se、Ni、V、Sb、B、Ti、Snのいずれかの元素の1種類以上を添加量として0.005~0.3%を含み、残部Fe及び不可避の不純物からなる電磁鋼スラブ

【0009】As a result, it compared time of decarbonizing annealing which adds component of the Pb, Se, Sb and B or other grain boundary segregation type, to no addition material, the nitriding is difficult occurring was ascertained. As this cause, material which adds these element forms barrier after the decarbonizing annealing, those which obstruct nitriding has presumed. Furthermore, making NH₃ concentration high, after guaranteeing nitrogen of the predetermined amount, it did finished annealing, when nitriding quantity of the steel sheet with annealing process was inspected, it compared decarbonizing annealing sheet which adds these element to no addition material, finished and it understood that the nitrogen amount of steel sheet almost does not increase with annealing process. When that time of also, it finishes simultaneously and it tries inspecting size of primary recrystallization in annealing process, it compared steel sheet which adds trace elements, to no addition material, it understood to the high temperature region that primary recrystallization particle diameter after decarbonizing annealing is kept.

【0010】Namely, when it finishes steel plate which adds element of these trace amount, obstructs nitriding with annealing process simultaneously, there was also growth suppression effect of primary recrystallization grain. Until recently, about light material which is a weak point of directionality electromagnetic steel plate which designates only nitride as inhibitor frequency of occurrence of Shimofuri is high, it cancelled due to fact that phenomenon where at the same time magnetism becomes unstable adds Pb, Se, the Sb and B or other grain boundary surface segregation type element.

【0011】This way this invention not to be Shimofuri, glass be unsatisfactory and also secondary recrystallization stabilizing, it can reveal, can acquire satisfactory directionality electromagnetic steel sheet even magnetic property with nitriding method of strip.

【0012】

【Means to Solve the Problems】As for gist of this invention, With weight C:0.025 to 0.095%, Si:2.0 to 4.5%, S:0.015%, acid soluble Al:0.010 to 0.060%, N:0.0010 to 0.0130%, Mn:0.050 to 0.45%, Cr:0.04 to 0.25%, P:0.005 to 0.045% including, Furthermore trace addition element doing, Pb, Te, Mo, Nb, Se, Ni, V, Sb, B, Ti, With 1 kind or more of element of any of Sn as addition quantity the 0.005 to 0.3% including, Consists of remainder Fe and unavoidable impurity electromagnetic steel slab which, it heats to temperature under 1280°C, After hot rolling it does, hot rolling way or hot

を、1280℃未満の温度に加熱し、熱間圧延し、熱延まま又は熱延板焼鈍し、1回又は中間焼鈍を挟んで2回以上冷間圧延し、次いで脱炭焼鈍した後、仕上焼鈍する方向性電磁鋼板の製造プロセスにおいて、脱炭焼鈍後、ストリップを走行せしめる状態で、アンモニアを含むガス中で窒化処理を行うことを特徴とする磁気特性、被膜特性ともに優れた方向性電磁鋼板の製造方法にある。

[0013] 以下、本発明について詳細に説明する。本発明者等は、電磁鋼スラブを1280℃未満の温度で加熱する低温スラブ加熱を適用して磁気特性及び被膜外観性の優れた方向性電磁鋼板を安定して製造すべく検討した。その結果、鋼中に、Pb、Te、Mo、Nb、S、Se、Ni、V、Sb、Ti、Sn等のいずれかの元素の1種類以上を微量添加すると、ストリップ窒化でインヒターを形成させる方向性電磁鋼板において磁気特性が優れ、かつ被膜が良好なものが得られることを見出した。

[0014] 本発明が適用される電磁鋼スラブの成分組成は次のとおりである。Cの含有量が少なくなると二次再結晶が不安定となるので、0.025%以上とする。一方、その含有量が過剰になりすぎると脱炭焼鈍時間が長くなるので、0.095%以下とする。Siは鉄損の低下、インヒター形成のために必要な成分で、そのために2.0%以上含有させる。一方、その含有量が多くなると冷間圧延時に割れ発生が多発するので、4.5%以下とする。

[0015] Mnは熱間脆性を防ぐとともに、ガラス被膜を改良化する作用があり、これを要するには、0.050%以上必要である。一方、その含有量が増えると、磁束密度が劣化するで、0.45%以下とする。さらに本発明ではスラブ加熱を1280℃未満で行うので、例えばSとの化合物であるMnSは完全溶解せず、インヒターとしてMnSを用いない点からもその上限は前述のとおりとする。

[0016] Sは腐食を生じやすく、正常な二次再結晶粒の成長を妨げる原因となるために、0.015%以下とする。AlはNあるいはSと結合して(Al, Si)Nを形成し、二次再結晶の安定化に必要であり、そのために、0.10%以上含有させる。一方、本発明でのスラブ加熱温度は1280℃未満でAlを不完全に溶解させることから、AlNの含有量が多くなると熱間圧延の

rolled plate annealing does, put between one time or intermediate annealing and cold rolling above twice does, the decarbonizing annealing doing next, after decarbonizing annealing, strip with state which runs, both magnetic property and coating characteristic which designate that nitriding is done in gas which includes ammonia as feature there is a manufacturing method of directionality electromagnetic steel sheet which is superior in production process of directionality electromagnetic steel sheet which the finished annealing is done.

[0013] You explain in detail below, concerning this invention. Applying low temperature slab heating which heats electromagnetic steel slab with temperature under the 1280 °C, stabilizing directionality electromagnetic steel sheet where magnetic property and coating external appearance are superior, in order that it produces, it examined this inventor etc. As a result, when in steel, 1 kind or more of element of Pb, the Te, Mo, Nb, Se, Ni, V, the Sb, Ti and Sn or other any trace addition is done, magnetic property is superior in directionality electromagnetic steel sheet which forms inhibitor with strip nitriding, fact that those where at same time coating is satisfactory are acquired was discovered.

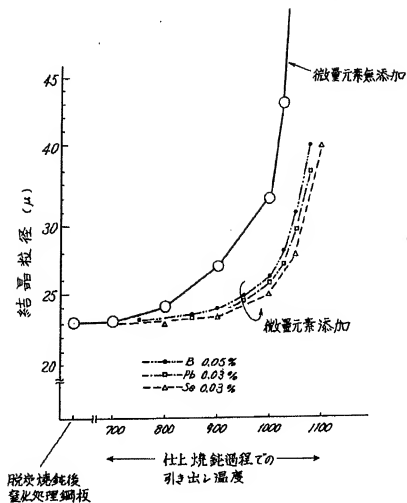
[0014] Component composition of electromagnetic steel slab where this invention is applied is as follows. When content of C decreases, because secondary recrystallization becomes unstable, it makes 0.025 % or higher. On one hand, when content becomes too many, because decarbonizing annealing time becomes long, it makes 0.095 % or lower. Si with component which is necessary for decreasing and inhibitor formation iron loss, 2.0 % or higher contains because of that. On one hand, when content becomes many, because split occurs frequently at time of cold rolling, it makes 4.5 % or lower.

[0015] As for Mn as high-temperature brittle is prevented, for it hereto be action which glass coating to good quality is converted, to possess this it is 0.050 % or higher necessary. On one hand, when content increases, because magnetic flux density deteriorates, it makes 0.45 % or lower. Furthermore because with this invention it heats slab under 1280 °C, the MnS which is a compound of for example S does not do complete solid solution, the upper limit makes aforementioned sort even from point which does not use MnS as inhibitor.

[0016] It makes 0.015 % or lower because it becomes cause where S is easy to cause segregation, growth of normal secondary recrystallization grain obstructs. Al connecting with N or Si, forms (Al and Si) N, it is necessary for stabilization of secondary recrystallization, 0.010 % or higher contains because of that. On one hand, because as for slab heating temperature with this invention when Al becomes imperfectly

【図2】

[Figure 2]



段階で不適切なA I Nが形成されるので、0.060%以下とする。

【0017】Nは前記A1、Si等と結合して二次再結晶の安定化作用を奏させるために、0.0010%以上含有させる。しかし、その含有量が多くなると表面欠陥が生じるので、0.130%以下とする。Pは低温スラブ加熱の場合には、磁束密度を高める作用があり、この作用を奏するためには、0.005%以上必要である。一方、その含有量が多くなると冷延性が劣化するので、0.45%以下とする。

【0018】Cは高温処理温度が得られるAの範囲を広げることをし、上記特性を高める作用があり、そのためにCは0.4%以上必要である。一方、その含有量が多くなると脱炭素化が劣化するとの、2.5%以下とする。更に、上記炭素の他にPb、Te、Mo、Nb、S、Se、Ni、V、Sb、Bi、Ti、Snの1種類以上に適量添加すると、仕上焼鈍に於ける鋼板の厚みの吸収、及び鋼板からの窒素の脱離を抑制し、破壊、脆性の安定性が図れると同時にそれらの元素そのものも境界に析出することによりピンポイントを形成し、鉄損が改善される。これらの元素の添加量は、0.06%未満ではその効果が小さく、一方、0.3%を超えるに高炭素時に好ましくない影響を及ぼすか、あるいは意味がない。適正範囲は、0.05～0.3%である。

【0019】電磁銅スラブは転圧あるいは電気炉などの溶解炉で溶製され、必要に応じて真空脱ガス処理が施され、連続鋳造または連続一分塊圧延により製造される。電磁銅スラブは熱間圧延に先立つて加熱されるが、その加熱温度は1280℃未満として省エネルギーが図られる。この加熱温度では該電磁銅スラブ中のAは完全に固溶されず、不完全固溶状態となる。又さらに固溶温度の高いMnSは当然ながら不完全固溶である。

【0020】スラブ加熱後は熱間圧延され、必要によって焼鈍され、あるいは焼鈍されなく、冷間圧延される。冷間圧延は1回又は中間焼鈍を挟んで2回以上の冷間圧延を施され、最終板厚とされる。ところで本発明においては、電爐鋼スラブは1280℃未満の低い温度に加熱される。従って、鋼中のA、Mn、S等が不完全固溶状態としており、このままでは、鋼板中に二次析出物を発現させるための(A、S)N、MnS等の析出性のインクビターが存在しない。故に、二次再結

from fact that solid solution it does, content of the AlN many under 1280 °C, unsuitable AlN is formed with step of the hot rolling, it makes 0.060 % or lower.

[0017] N connecting with aforementioned Al and Si, etche 0.010 % or higher contains in order to play stabilizing action of secondary recrystallization. But, when content becomes many, because surface defect occurs, it makes the 0.0130 % or lower. As for P in case of low temperature slab heating, there is action which raises magnetic flux density, in order to possess this action, it is 0.005 % or higher necessary. On one hand, when content becomes many, because cold ductility deteriorates, it makes 0.045 % or lower.

[0018] As for Cr through fact that range of amount of Al where the high magnetic flux density is acquired is expanded there is action which raises themagnetic property, it is 0.04 % or higher necessary because of that. On one hand, when content becomes many, because decarbonizing characteristic deteriorates, it makes 0.25 % or lower. Furthermore, To other than above-mentioned element Pb, Te, Mo, Nb, Se, Ni, V, When 1 kind or more of Sb, B, Ti and Sn thesutable amount is added, when it finishes and it controls liberation of the nitrogen from absorption, and steel sheet of nitrogen of thesteel sheet in annealing, can assure stability of coating and magnetismthe inhibitor is formed due to fact that also those element itselfprecipitate simultaneously to grain boundary, iron loss is improved. When as for addition quantity of these element under 0.005 % effect is small, exceeds 0.3 % on one hand on magnetic property it exerts undesirableinfluence, or there is not meaning. proper range is 0.005 to 0.3 %.

[0019] Electromagnetic steel slab making is done with rotary furnace or electric furnace or other melting furnace, according to need vacuum degassing is administered, is produced by continuous casting or structure lump + aluminum lump rolling . electromagnetic steel slab is heated preceding hot rolling, but as for heating temperature the energy conservation is assured as under 1280 °C. With this heating temperature as for Al in said electromagnetic steel slab solid solution it is not done completely, becomes imperfect solid solution state. In addition furthermore MnS where solid solution temperature is high properly imperfect solid solution.

[0020] After slab heating hot rolling it is done, annealing it is done depending upon necessary, cold rolling it is done or without annealing being done. cold rolling putting between one time or intermediate annealing, is administered the cold rolling above twice, makes final plate thickness. By way regarding to this invention, electromagnetic steel slab is heated to temperature whose under of 1280 °C is low. Therefore, Al in steel, we designate Mn and the S etc as imperfect solid solution state, this way, (Al and Si) N in order to reveal secondary

品発現以前に、鋼中にNを侵入させ、インヒビターとして機能する(AI、Si)Nを形成する必要がある。

【0021】電磁鋼スラブは熱間圧延後、必要に応じて焼鈍し、冷間圧延する。冷間圧延は1回又は中間焼鈍を挟んで2回以上行われ、所定の板厚とした後、脱炭焼鈍する。脱炭焼鈍は800~900℃の温度で湿潤雰囲気ガス中で行うが、脱炭に引き続き(AI、Si)N等の析出物型のインヒビターの形成を図るために、ストリップ状態でNH₃により窒化する。窒化は600~900℃の温度域でドライな雰囲気(低露点)で行うのが好ましい。次いで焼鈍分離剤を塗布し、高温の仕上焼鈍を施す。

【0022】仕上焼鈍過程における鋼板に吸着、脱窒状況及び一次再結晶粒径の変化をPb、B、Se等の微量元素を添加した材料と無添加の材料について調査した。その結果を図1、図2に示す。図1に示すように、B、Pb、Se等の元素を微量添加した鋼板は仕上焼鈍時の鋼板吸着現象はなく、かつ高温領域で鋼中の窒素が確保されていることが判った。一方、それらを添加していない鋼板は仕上焼鈍時の鋼板の吸着量(追加窒化)が大きく、又窒素の抜けも大きいことが判った。

【0023】また、仕上焼鈍中の一次再結晶の粒径の成長挙動であるが、図2に示すように、B、Pb、Se等の元素を添加したものは、一次再結晶の粒成長が抑えられているのに対し、無添加のものは、粒成長の抑止力が充分でなく、800℃付近から早くも一次再結晶の粒成長を生じていた。B、Pb、Seを添加した材料を脱炭焼鈍後、オージェ等で分析したところ、これらは一次再結晶の粒内には存在せず、粒界に偏析していることが確認された。

【0024】なお、仕上焼鈍時の鋼板の吸着(追加窒化)を抑え、かつ一次再結晶の粒成長を抑制する元素を他に調べたところ、Te、Mo、Nb、Ni、V、Sb、Ti、Snが同様な結果を示した。以上の手段で仕上焼鈍時の吸着(追加窒化)を抑えて一次再結晶の粒の粗大化を抑制することにより、被膜特性、磁気特性がともに良好でかつパブリックも小さい品質の優れた方向性電磁

recrystallization in steel sheet, inhibitor of MnS or other precipitation type does not exist. In reason, before secondary recrystallization revealing, invading in steel it is necessary to form (Al and Si) N which functions, with N as the inhibitor.

[0021] After hot rolling, according to need annealing it does el ectromagnetic steel slab, cold rolling does. cold rolling does putting between one time or intermediate annealing, after you doand specified plate thickness above twice, decarbonizing annealing. With temperature of 800 to 900 °C it does decarbonizing annealing in wetting atmosphere gas, but it continues to decarbonizing and in order to assure formation of theinhibitor of (Al and Si) N or other precipitate type, nitriding it does with strip condition withthe NH₃ etc. As for nitriding it is desirable with temperature region of 600 to 900 °C to dowith dry atmosphere (low dew point). Next, annealing fractionating agent is applied, finished annealing of high temperature isadministered.

[0022] You investigated sucking/absorbing nitrogen, change of denitrification status and primary recrystallization particle diameter concerning material of material and no addition whichadd Pb, B and Se or other trace elements in steel plate in finishedannealing process. Result is shown in Figure 1 and Figure 2. As shown in Figure 1, it finished steel plate which B, the Pb and Se or other element trace addition is done and there was not a steel platesucking/absorbing nitrogen phenomenon at time of annealing, at sometime it understood to high temperature region that nitrogen in steel isguaranteed. On one hand, that it finishes steel plate which does not add those thesucking/absorbing nitrogen quantitative (Additional nitriding) of steel plate at time ofthe annealing is large, it understood in addition also coming out ofthe nitrogen is large.

[0023] In addition, it finishes and it is a growth behavior of part icle diameter of theprimary recrystallization in annealing, but as shown in Figure 2, as for those which addthe B, Pb and Se or other element, as for those of no addition, detergent power of grain growth not to be a satisfactory, also early caused thegrain growth of primary recrystallization from 800 °C vicinity vis-a-vis grain growth of primary recrystallizationbeing held down. material which adds B, Pb and Se after thedecarbonizing annealing, when you analyzed with Auger etc, these did not existinside grain of primary recrystallization, what segregation has been done wasverified in grain boundary.

[0024] Furthermore, it finished and held down sucking/absorbing nitrogen (Additional nitriding) of steel sheet at time of annealing, when element which at thesame time controls grain growth of primary recrystallization was inspected in otherthings, it showed result where Te, Mo, Nb, the Ni, V, Sb, Ti and Sn are similar. It finishes with means above and holds down sucking/absorbingnitrogen (Additional nitriding) at time of

鋼板が得られる。

[0025]

【実施例】次に実施例について述べる。表1に示す成分組成のスラブを表2で示す条件で加熱し、2.3mmの厚みに熱間圧延し、熱延板を冷間圧延し、0.3mmの板厚とした。その後、830℃+150秒、H₂ 75%、N₂ 25%のガスに加温して露点約60℃の雰囲気ガスに調整した条件下で脱炭焼鈍し、続いてNH₃により鋼板を窒化し、窒素量としては180~200ppmとした。

【0026】次いでMgOを主成分とする焼鈍分離剤を鋼板に塗布し、コイルに巻き取った後、H₂ 75%、N₂ 25%の雰囲気中で仕上焼鈍を1200℃×20時間行った。得られた方向性電磁鋼板の磁気特性、被膜特性を測定し、その結果を表3に示す。

[0027]

annealing and coating characteristic and magnetic property beingsatisfactory together by controlling roughening of grain of theprimary recrystallization, and directionality electromagnetic steel sheet where quality where also variation is small is superior is acquired.

[0025]

[Working Example(s)] Next you express concerning Working Example. It heated with condition which shows slab of component composition which is shown in Table 1 with Table 2 hot rolling did in thickness of the 2.3 mm, cold rolling did hot rolled plate, made plate thickness of 0.3 mm. after that, humidifying gas of 830 °C + 150 second, H₂ 75 % and N₂ 25 % decarbonizing annealing it did under condition which you adjusted the atmosphere gas of dew point approximately 60 °C nitriding it did steel sheet continuously with NH₃, it made 180 to 200 ppm as nitrogen amount.

[0026] Next, it applied annealing fractionating agent which designates MgO as main component to the steel sheet, after retracting in coil, it finished with atmosphere of H₂ 75 % and N₂ 25 % and 1200 °C X 20 hour did annealing. magnetic property of directionality electromagnetic steel sheet which is acquired, coating characteristic is measured, result is shown in Table 3.

[0027]

【表 1】

[Table 1]

※	符 号	鋼 成 分 (%)								そ の 他 の 成 分
		C	S i	M n	S	A l	N	P	C r	
	1	0.050	3.26	0.134	0.007	0.0284	0.0074	0.025	0.05	Sb 0.001
	2	0.065	3.24	0.136	0.008	0.0271	0.0076	0.031	0.07	Se 0.003
○	3	0.054	3.25	0.150	0.006	0.0243	0.0073	0.018	0.14	Pb 0.03
○	4	0.050	3.21	0.129	0.006	0.0287	0.0075	0.022	0.20	B 0.05
○	5	0.053	3.23	0.138	0.008	0.0265	0.0072	0.034	0.11	Se 0.03
○	6	0.061	3.24	0.140	0.009	0.0275	0.0079	0.011	0.07	Te 0.05 Nb 0.007
○	7	0.066	3.21	0.136	0.008	0.0271	0.0076	0.029	0.06	Sb 0.06 Ti 0.09
○	8	0.057	3.28	0.154	0.006	0.0241	0.0079	0.007	0.09	Sn 0.05 Ni 0.01
○	9	0.051	3.20	0.139	0.005	0.0247	0.0071	0.026	0.15	Mo 0.1 V 0.02
○	10	0.059	3.25	0.148	0.007	0.0275	0.0077	0.019	0.08	Pb 0.05 B 0.01

※ ○印は本発明例

【0028】

[0028]

【表 2】

[Table 2]

(表 1 のつづき)

※	符 号	スラブ加熱 温度 (°C)	脱炭時 の露点 (°C)	鋼板窒素 量 (ppm)	仕上焼鈍時の 雰囲気ガス種類 (%)
	1	1200	61	187	H ₂ 75 N ₂ 25
	2	1220	59	175	H ₂ 75 N ₂ 25
○	3	1190	60	181	H ₂ 75 N ₂ 25
○	4	1230	61	201	H ₂ 75 N ₂ 25
○	5	1160	59	185	H ₂ 75 N ₂ 25
○	6	1225	62	197	H ₂ 75 N ₂ 25
○	7	1145	59	191	H ₂ 75 N ₂ 25
○	8	1190	60	185	H ₂ 75 N ₂ 25
○	9	1230	61	194	H ₂ 75 N ₂ 25
○	10	1150	59	183	H ₂ 75 N ₂ 25

※ ○印は本発明例

[0029]

[0029]

【表 3】

[Table 3]

※	符 号	磁束密度 B ₉ (T)	鉄 損 W _{17/50} (W/kg)	被膜性状 (被膜欠陥状況)
	1	1.91	1.00	シモフリ発生 大
	2	1.92	0.98	シモフリ発生 中
○	3	1.92	0.98	良 好
○	4	1.93	0.97	良 好
○	5	1.92	0.98	良 好
○	6	1.93	0.98	良 好
○	7	1.93	0.97	良 好
○	8	1.92	0.98	良 好
○	9	1.92	0.99	良 好
○	10	1.93	0.97	良 好

※ ○印は本発明例

【0030】

【発明の効果】本発明によれば、実施例にみられるように仕上焼鈍過程での追加窒化がないために、被膜欠損の発生が皆無であり、かつ微量元素が乾界に偏析して、インヒビター機能をもつために高温まで一次再結晶粒径が保持され、その結果として、方位のそろった二次再結晶が得られ、極めて磁気特性の優れた方向性電磁鋼板が製造される。

【図面の簡単な説明】

【図 1】仕上焼鈍過程における鋼中の窒素量の変化を示す図である。

【図 2】仕上焼鈍過程における一次再結晶の変化を示す図である。

[0030]

[Effects of the Invention] In this invention we depend, As seen in Working Example, it finishes and because there is not an additional nitriding with annealing process, occurrence of coating deletion is nil, at the same time trace elements segregation does in grain boundary, because it has inhibitor function primary recrystallization particle diameter is kept to high temperature, secondary recrystallization where the azimuth is even as result, is acquired, directionality electromagnetic steel sheet where quitemagnetic property is superior can be produced.

[Brief Explanation of the Drawing(s)]

[Figure 1] It is a figure which shows change of nitrogen amount in steel in the finished annealing process.

[Figure 2] It is a figure which shows change of primary recrystallization in finished annealing process.

【图 1】

[Figure 1]

